

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2007222021

UDC_____

厦门大学

工 程 硕 士 学 位 论 文

互动点播传输平台的优化设计

Improved Video-On-Demand Delivery Platform

邱春旭

指导教师姓名: 唐余亮 教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交时间: 2011 年 5 月

论文答辩日期: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

随着多媒体技术的迅速发展和互联网的日益普及, 视频点播作为多媒体信息中最复杂的一种媒体形式, 凭借其丰富的语义内容得到了广泛的应用和发展; 同时, 随着用户对信息需求的逐步增长, 人们已经不满足单向的被动的接受视频信息, 他们希望参与其中, 互动点播成为视频点播领域的发展方向。

经过近几年的有线电视网络改造, 厦门广电的 HFC 网络已形成了主前端和各个分前端的 860MHz 分布式结构, 大部分网络已达到双向, 主前端与各分前端之间都有具备双向自愈的光缆环网, 这种网络结构已比较适合开展视频点播等增值业务。目前, 厦门广电原有的 IPTV 互动点播系统使用 CMTS 开展 VOD 业务, 用户端机顶盒可通过以太网口从 cable modem 接收点播数据流, 占用 CMTS 大量的下行带宽, CMTS 端口流量问题严重影响了用户的正常互动点播功能, 现有的基于 CMTS 的接入网络已经不适应互动电视等增值业务急剧增长的带宽需求。因此, 本文提出了互动点播传输平台的优化设计方案, 即采用基于 HFC 网络结合 IPQAM 技术的传输方式, 反向信道采用 cable modem 方式的互动点播传输平台。实际应用表明, 该优化设计方案通过 IPQAM 技术使得点播数据流通过 HFC 网络经 STB 的同轴接口直接进入机顶盒, 不占用 CMTS 下行端口流量; 达到了厦门广电互动点播业务的要求, 克服了因用户数量急剧增加所带来的故障与瓶颈; 从而构建一套“可管理、可运营、可扩展”, 并具有 QoS 保障、良好用户应用的双向互动点播平台。

关键词 互动点播; 有线电视网络; 内容传送网络; IPQAM; CMTS

厦门大学博硕士论文摘要库

ABSTRACT

With the rapid development of multimedia technology and Internet popularizing, as the most complex media form of multimedia, Video-On-Demand is applied and developed widely due to its abundant semantic content. Meanwhile, with the gradually increased of the information needs of users, people hasn't been satisfied with the passive acceptance of one-way video information, they want to participate to interactive video-on-demand.

Through several years of cable television network transformation, HFC network of Xiamen Radio and TV network company has formed the main front port and sub-front port of 860MHz distributed architecture, which have had two-way fiber optic cable with self-healing ring network, most of the network has reached the standard of two-way communication. This network architecture is more suitable to carry out value-added services such as video on demand. At present, the original interactive IPTV system was using the CMTS device to carrying out video-on-demand service, and set top box to receive on-demand streaming form the Ethernet port of cable modem. The streaming occupied a large number of CMTS downstream bandwidth that seriously affected the normal function of video-on-demand. The access network based on CMTS device is not suited to the rapidly growing bandwidth requirements of video-on-demand service. Therefore, this paper presents an interactive on-demand delivery platform optimized design which uses the transmission pattern based on HFC network with IPQAM device technology, and reverse channel pattern with cable modem device. The application shows that the design achieves the requirement of video-on-demand service and overcomes the failures and bottlenecks which a sharp increase in the number of users leads to. This scheme structures a "manageable, operationable, scalable" two-way interactive user demand platform with QoS guarantee.

Key Words: VOD; HFC; CDN; IPQAM; CMTS.

厦门大学博硕士论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 项目研究背景	1
1.2 原系统的缺陷	1
1.3 项目的意义	4
1.4 本文的工作	5
第二章 互动点播传输平台概述	7
2.1 互动点播传输平台原理	7
2.2 互动点播传输平台关键设备与核心技术	9
2.2.1 CDN 技术概述	9
2.2.2 IPQAM 技术概述	10
2.2.3 IPQAM 容量与成本估算	13
2.2.4 MPEG4/H.264 与 MPEG2 格式的封包解包流程	14
2.3 互动点播传输平台系统总体设计概述	15
2.3.1 中心层	16
2.3.2 边缘层	16
第三章 互动点播传输平台优化设计	18
3.1 互动点播传输平台优化总体设计	18
3.2 IPQAM 核心技术规划设计	21
3.2.1 下行频点规划设计	21
3.2.2 区域 REGION_ID 规划	23
3.2.3 UDP 端口详细规划	25
3.3 互动点播传输平台网络设计	26
3.3.1 IP 地址规划	26
3.3.2 路由协议设计	27
3.3.3 冗余设计	28
3.3.4 服务器负载均衡	30
3.3.5 系统安全及应急方案	31
3.4 互动点播传输平台功能模块设计	32
3.4.1 内容路由导向器 (CRD)	32
3.4.2 内容服务网关 (CSG)	34
3.4.3 媒体服务控制器 (MSC)	35
3.4.4 内容分发管理器 (CDM)	38
3.4.5 原始内容控制器 (OCC)	39
3.4.6 智能内容控制器 (ICC)	40
3.4.7 分布式认证计费接口 (AuthView)	40
3.4.8 设备管理器 (Keeper)	42
3.4.9 机顶盒 (STB)	43
第四章 互动点播传输平台核心业务流程优化设计	44

4.1 REGION_ID 的分发.....	44
4.2 机顶盒开机流程	45
4.3 用户点播流程	46
第五章 互动点播传输平台部署测试与结果分析.....	51
5.1 部署测试与性能评试	51
5.1.1 IPQAM 配置测试.....	51
5.1.2 REGION_ID 分发测试	52
5.1.3 用户点播流程测试.....	54
5.1.4 异常测试.....	56
5.1.5 端口利用率测试.....	57
5.1.6 运维指标检测.....	58
5.2 对比测试	59
5.2.1 CMTS 设备流量对比测试.....	59
5.2.2 故障率对比.....	60
5.2.3 用户满意度对比.....	61
5.3 结果分析	62
结论.....	64
致谢.....	66
附录 缩略语	67
参考文献.....	69

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Background.....	1
1.2 Bottleneck	1
1.3 Purpose.....	4
1.4 Signification	5
Chapter 2 Overview	7
2.1 Principle Introduction	7
2.2 Core Technology Introduction	9
2.2.1 CDN Technology	9
2.2.2 IPQAM Technology	10
2.2.3 IPQAM Capacity and Cost Estimates	13
2.2.4 Unpackage Process of MPEG4/H.264 and MPEG2	14
2.3 System Design Introduction	15
2.3.1 Core Layer	16
2.3.2 Edge Layer	16
Chapter 3 Optimization.....	18
3.1 Overall Design	18
3.2 IPQAM Core Technology Design.....	21
3.2.1 Downstream Frequency Planning	21
3.2.2 REGION_ID Planning	23
3.2.3 UDP Port Planning.....	25
3.3 Network Design	26
3.3.1 IP Address Planning	26
3.3.2 Routing Protocol	27
3.3.3 Redundancy Design	28
3.3.4 Server Load Balancing.....	30
3.3.5 System Security And Contingency Plans.....	31
3.4 Functional Design.....	32
3.4.1 Content Routing Director.....	32
3.4.2 Content Service Gateway.....	34
3.4.3 Media Service Controller.....	35
3.4.4 Content Distribution Manager	38
3.4.5 Original Content Controller	39
3.4.6 Image Content Controller	40
3.4.7 AuthView	40
3.4.8 Keeper	42
3.4.9 STB	43
Chapter 4 Core Service Process Optimization.....	44

4.1 REGION_ID Distribution	44
4.2 STB Power Process	45
4.3 Video-On-Demand Process.....	46
Chapter 5 Deployment Testing And Results Analysis	51
5.1 Deployment And Performance Testing	51
5.1.1 IPQAM Configuration Testing.....	51
5.1.2 REGION_ID Distribution Testing	52
5.1.3 VOD Process Testing	54
5.1.4 Abnormal Testing	56
5.1.5 Interface Utilization Testing.....	57
5.1.6 Operation Indicator Testing	58
5.2 Comparison Testing	59
5.2.1 CMTS Traffic Statistics	59
5.2.2 Failure Rate	60
5.2.3 Customer Satisfaction	61
5.3 Testing Results Analysis.....	62
Conclusions	64
Acknowledgements	66
Appendix	67
References	69

第一章 绪论

1.1 项目研究背景

2005 年底，厦门广电网络展开厦门市有线电视网络 HFC 改造工程，由原来用户被动接受有线电视网络改造成具有双向互动点播功能的数字电视网络，采用 CMTS + Cable modem 支撑 IPTV 互动用户的点播服务和宽带互联业务，设总前端一个、分前端 9 个；在线启用 52 路下行，每路下行带宽达到 50M；用户进行互动点播业务时，所有的控制信息流和视频信息流均通过 cable modem 传到 CMTS 设备再到互动点播服务器上；在数字电视整体转换与改造工程进行的初期，所有用户可以正常使用 IPTV 互动点播服务。

2007 年底，随着全网的数字电视整体转换及双向网络改造工作的基本完成，开展互动点播业务的用户数量急剧增加；给互动点播业务带了一系列故障问题：

- 一、 用户点播卡片、停顿等马赛克现象故障；
- 二、 服务器忙无法点播等故障；
- 三、 用户点播业务和宽带业务流量上升，导致 CMTS 设备故障不断增多；
- 四、 增加 CMTS 设备的扩容方式无法从根本上解决用户故障问题。

以上诸多因素严重影响了用户的正常互动点播功能，也造成了用户对我司的不断质疑。为了克服用户数量急剧增加所带来的问题，解决用户互动点播所产生的故障，必须构建一套“可管理、可运营、可扩展”，具有 QoS 保障，良好用户应用的，能够进行大规模商业运营的、高效的、合理的双向 HFC 互动点播平台。

1.2 原系统的缺陷

从互动点播平台的拓扑图与用户端接入模式拓扑图结构分析，当用户进行互动点播请求，互动点播服务器响应后发送视频流，视频流从服务器传送到广电核心设备 NE80 后，通过千兆光纤口传送到 CMTS 设备，再传送至 cable modem，cable modem 通过以太网口将视频流传送到机顶盒，完成一次视频点播服务，视频流采用 MPEG2 编码格式，用户在互动点播过程中所产生的视频信息流的大小为 3.5Mbps；每台 CMTS 设备设有 16 路下行端口，每路 50M 带宽，如果每路带

宽只跑互动点播业务的话，一路最多只能承受 14 个用户的互动点播视频流；那么一台 CMTS 设备在同一时间最多只能承受 224 个并发用户的互动点播视频流，即总带宽约为 784Mbps。

当用户进行互动点播时，机顶盒发送控制信息流到 cable modem，cable modem 传送信息流到 CMTS，再传送到互动点播服务器；用户在互动点播过程中所产生的控制信息流的大小为 3kbps，远远小于视频信息流的大小，可以忽略不计。图 1-2 为原有 IPTV 互动点播平台用户端接入模式原理图。

在 CMTS 到 NE80，从 NE80 到 6503 之间的线路均为千兆光纤口，在互动点播高峰期间，线路利用率约为 78%，带宽比较充足；但是 CMTS 设备的下行端口已经到达满负载值；表 1-1 为近一个月来，后滨基站 CMTS 设备下行端口的流量统计表；从端口流量统计表中显示的数据我们不难看出 CMTS 设备的端口流量维持在 45Mbps 到 50Mbps 之间，对于采用 DOCSIS2.0，256QAM 的物理端口来说，该端口平均流量百分比为 90%到 100%之间，不论是在用户点播单空闲期还是在高峰期，该端口的流量已经达到满负载值。

从以上的分析我们不难发现造成用户互动点播故障的根本原因是用户视频点播流占满了 CMTS 下行通道端口流量，造成 CMTS 端口流量满负荷，无法为新的互动点播业务和宽带业务提供足够的带宽。如果继续采用 CMTS 进行支持互动点播业务，需要采购大量的 CMTS 设备，存在投入成本大，而且 QOS 保障性差等不足。利用 IP 网络实现互动点播控制信息的传输，通过 HFC 网络下发互动点播视频数据流的方式是互动点播系统扩容改造重点。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库